

Tafel 3. Streubarkeit der Granulen mit der Streumaschine SA-12 (bei voller Öffnung der Rollbahn)

Zusammensetzung der Mischung aus der die Granulen bereitet wurden, in %	Feuchtigkeit in %		Gewicht von 1000 Granulen g	Volumengewicht der Granulen	Ausstreunorm je ba in kg	Fraktionen in % des Probegewichts nach dem Ausstreuen		Streubarkeitskoeffizient
	der Mischung	der Granulen beim Versuch				über 2 mm	bis 2 mm	
Humuserde 100	27,3	6,5	49,8	642	375	91,3	8,7	0,91
Humuserde 75, Superphosphat 25	26,2	5,3	50,6	658	420	86,1	13,9	0,86
Humuserde 50, Superphosphat 50	23,4	9,7	52,2	692	455	89,3	10,7	0,89
Humuserde 25, Superphosphat 75	25,1	7,0	56,1	724	496	92,5	7,5	0,92
Superphosphat 100	11,8	6,8	65,6	986	604	94,1	5,9	0,94
Torf 75, Superphosphat 25 . . .	30,0	8,1	36,5	572	329	93,8	6,2	0,93
Torf 50, Superphosphat 50 . . .	31,6	8,2	36,3	624	377	93,0	7,0	0,93
Torf 25, Superphosphat 75 . . .	27,4	8,7	38,0	666	386	89,7	10,3	0,90

Die Ukrainische wissenschaftliche Forschungsstation empfahl, für die nächste Saison eine Versuchspartie an Granulatoren GUS-sb-2 zu fabrizieren, um diese einer weitgehenden öko-

nomischen Bewertung unter Berücksichtigung der bei der Prüfung festgestellten Konstruktions- und Arbeitsmängel zu unterziehen.

AU 1095

Pendeleggen

Von I. RUSZKOWSKI, Warschau¹⁾

DK 631.35

Viele unserer Leser werden sich noch der Kreiselegge erinnern, wie sie von Rud. Sack, Leipzig (heute BBG), vor mehr als einem Jahrzehnt hergestellt wurde.

Es wäre nun sehr interessant zu hören, welche Erfahrungen unsere Landwirtschaft mit diesem Gerät machte und warum die Fertigung der Kreiselegge eingestellt wurde. Wir laden unsere Kollegen von der BBG ein, hierzu Stellung zu nehmen.

Das nachstehend beschriebene Gerät hat seine Vorläufer in der Rühr-Anbauegge, deren Antrieb gleichfalls von der Mähmessenkurbel betätigt wird. Nach dem gleichen Prinzip arbeitet auch die Hürlimann-Anbauegge, während das System Sendenhorst mittels Doppelkurbel zwei gegenläufige Eggenrechen antreibt²⁾. Die Redaktion

Schon seit längerer Zeit bemüht man sich, eine Maschine zu konstruieren, die einen saarfertigen Boden hinterläßt. Dies kann man durch Verwendung von rotierenden bzw. beweglichen Geräten erreichen.

Zu den rotierenden Geräten zählen die Bodenfräse, die ohne vorheriges Pflügen den Boden für die Saat vorbereitet, und die rotierende Egge, die den bereits gepflügten Boden zerkleinert und auflockert.

Die rotierende Egge kann auf feuchtem Boden ein Feststampfen der Erde auf der inneren Schutzblechseite verursachen, ein Verstopfen der Egge und Beschädigungen an ihr sind dadurch möglich.

Eine andere Konstruktion einer beweglichen Egge sucht dem abzuwehren. Sie beruht auf dem Prinzip einer pendelnden Zinkenbewegung, daher auch die Bezeichnung Pendelegge.

Der Schlepper muß für eine seitliche Anhängung der Egge eingerichtet sein. Der Hauptbestandteil der Pendelegge ist ein beweglicher Balken, der über eine Exzenterwelle vom Schleppermotor angetrieben wird. Diese Egge macht außer der Fahrtrichtungsbewegung schnelle Hin- und Herbewegungen in seitlicher Richtung. Laut Katalogangaben genügt für die gute Auflockerung und Einebnung des Ackers ein Durchgang der Pendelegge. Die Fabrik empfiehlt die Verwendung dieses Gerätes auf festen Böden. Die Exzenterwelle macht 500 U/m. Zur Ausnutzung der vollen Schlepperleistung werden auch Pendeleggen für größere Arbeitsbreiten gebaut. Mit solchen Eggen wird auf bereits gepflügtem Acker gearbeitet. Das Gerät wird in diesem Falle hinter dem Schlepper angehängt, der Antrieb erfolgt durch eine Zapfwelle. Der unmittelbare Antrieb der Exzenterwelle der Pendelegge vom Motor erscheint vorteilhafter. Das bewegliche Gerät verhält sich im Gegensatz zu starren Geräten aktiver in bezug auf den bearbeiteten Boden.

Im Institut für Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft ist eine Pendelegge für die seitliche Anordnung

¹⁾ Mechanizacja i elektryfikacja rolnictwa (Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft), Warschau (1952) Nr. 2, S. 37 bis 40, 4 Bilder. Übersetzer: Labsch.

²⁾ Hendrichs: „Noch einmal Pflugmaschine“, Deutsche Agrartechnik (1952) Nr. 8 S. 312.

am Schlepper Zetor 25 konstruiert worden. Die Arbeitsbreite der Egge beträgt 78 cm; sie deckt sich mit der Arbeitsbreite des Pfluges C-26 bzw. des tschechischen Dreischarpfluges Mars Piccolo.

Zum Antrieb der Pendelegge benutzte man den Exzenterantrieb für den Anbaubalken. Da die Egge seitlich angebracht ist, bleibt das Eggen um jeweils einen Pflugdurchgang im Rückstand.

Die beweglichen Eggen haben für die Anhängerpflüge, mit denen es schwierig ist, das Eggen und Pflügen gleichzeitig durchzuführen, eine besondere Bedeutung.

An Schlepperpflüge wird meistens eine gewöhnliche Egge angehängt. Beim Wenden wird der Pflug angehoben, so daß eine angehängte Egge nicht verwendet werden kann. Erst eine seitlich am Schlepper angebrachte Egge kann ihre Aufgabe erfüllen.

Bei den durchgeführten Versuchen ist die Arbeitsqualität des neuen Gerätes bezeichnet und die entsprechende Umdrehungszahl der Exzenterwelle festgesetzt worden. Außerdem wurden die Bedingungen festgestellt, unter denen eine ausreichende Auflockerung ohne die schädliche Pulverisierung des Bodens möglich ist.

Die Versuchspendelegge hat folgende Konstruktion:

Der „U“-förmige Eggenrahmen ist drehbar an der Stütze angebracht, die am Flansch des Kupplungs- und Getriebehäuses des Schleppers Zetor 25 angeschraubt ist. Am Ende des Rahmens befindet sich ein Stützrad. Am Rahmen ist auf zwei Pendeln ein beweglicher Balken angehängt, an dem die Zinken befestigt sind. Die Pendel sind auf vier Wellen festaufgesetzt, von denen zwei obere auf dem Rahmen und zwei untere auf dem beweglichen Balken gelagert sind. Der bewegliche Balken wird über eine Pleuelstange in der Querrichtung des Exzenterantriebs für den Anbaubalken bewegt. Durch eine Schraube wird die entsprechende Arbeitstiefe der Egge eingestellt. Beim Wenden wird das Gerät ausgehoben, dabei wird der Antrieb durch Lösung der Reibungskupplung im Antriebsmechanismus abgeschaltet.

Auf die Auflockerungsintensität des Bodens durch die Pendelegge haben Einfluß:

1. Umdrehungszahl der Exzenterwelle für den Antrieb des beweglichen Balkens,
2. Hub der Exzenterwelle,
3. Geschwindigkeit des Schleppers,
4. Abstand der Eggenzinken,
5. Anordnung der Zinken.

1. Der Zinken führt während der Arbeit die Bewegung in Fahrtrichtung des Schleppers und eigener Khebewegung in Querrichtung aus. Die Verbindung dieser Bewegungen ergibt den Weg des Zinkens in Gestalt einer Sinuslinie. Bei beständiger Schleppergeschwindigkeit und gegebenem Hub der Exzenterwelle sowie sinkenden Umdrehungszahlen entsteht eine mehr auseinandergezogene Sinuslinie. Je mehr die Sinuslinie auseinandergezogen wird, d. h. bei Vergrößerung der Pendelperioden, desto mehr wird die Intensität der Zinkentätigkeit sinken. Bei kleiner Drehzahl wird die Eigenbewegung der Egge einen unbedeutenden Einfluß auf die Krümelung ausüben, so daß die Tätigkeit der Pendelegge der gewöhnlichen gleichkommt. Bei der Khebewegung des beweglichen Balkens entstehen bedeutende Trägheitswiderstände, die auf das Gelenk der Pleuelstange und weiterhin auf Zapfwelle und Schlepper einwirken, was mit folgenden Formeln ausgedrückt wird:

$$P_b = mRW^2 (\cos a + \lambda \cos 2a)$$

- P_b Trägheitswiderstand,
 m Masse, die an der Khebewegung teilnimmt,
 R Kurbelhalbmesser,
 W Winkelgeschwindigkeit der Umdrehungsbewegung der Exzenterwelle,
 a Verhältnis des Kurbelhalbmessers zur Länge der Pleuelstange,
 n Umdrehungszahl der Exzenterwelle

$$W = \frac{\pi n}{30}$$

Aus der Formel ist zu ersehen, daß den stärksten Einfluß auf die Größe des Trägheitswiderstandes die Umdrehungszahl der Exzenterwelle ausübt, da sie in zweiter Potenz auftritt. Bei einer zweifachen Umdrehungsverminderung vermindert sich der Wert der Trägheitswiderstände um ein Vierfaches.

Der Mähbalkenantrieb des Schleppers Zetor hat eine beständige Umdrehungszahl (750 U/min), die zwar den Anforderungen eines Mähgerätes entspricht, jedoch für das Eggen zu groß ist. Darum bemühte man sich, bei den durchgeführten Versuchen eine Umdrehungsänderung des Mechanismus zur Feststellung einer ausreichenden Bodenauflockerung ohne schädliche Pulverisierung zu erreichen. Zu diesem Zweck ist am hinteren Teil des Schleppers ein Verbrennungsmotor von 6 PS montiert worden, der über eine Übertragungswelle die Pendelegge antreibt. Für die Kupplung des Motors mit der Übertragungswelle ist ein Paar Keilriemenscheiben verwendet worden. Der geringe Leistungsverbrauch (etwa 4 PS) erlaubt die Regelung der Umdrehung mit Hilfe der Drosselklappe. Die entsprechende Übersetzung ist außerdem durch Anwendung von zwei Paar Austauschkeilriemenscheiben erreicht worden. Dadurch erreichte man beim Exzenterantrieb 100 bis 750 U/min.

2. Der Hub der Exzenterwelle beeinflußt die Krümelungsintensität ähnlich wie die Umdrehungszahl, d. h. bei Vergrößerung des Hubes erhält man eine bessere Krümelung. Bei übermäßiger Hubverkleinerung wird der Arbeitscharakter der Pendelegge dem der gewöhnlichen Egge ähnlich.

3. Die Pendelegge hat während der Arbeitszeit zwei Bestands- geschwindigkeiten: die beständige (Fahrtrichtung) und die veränderliche (Querrichtung). Beide Geschwindigkeiten bewirken das Krümeln und Auflockern des Bodens. Um zu ermitteln, welche von beiden den grundlegenden Einfluß auf die Intensität der Krümelzerkleinerung ausübt, muß man ihre Größe kennen.

Die erste Geschwindigkeit hat eine beständige Tätigkeits- richtung und einen beständigen Wert (diese Geschwindigkeit beträgt etwa 1,3 m/s), die zweite hat eine veränderliche Rich-

tung und verändert ihren Wert von 0 bis Maximum. Sie wird ausgedrückt mit:

$$v = RW (\sin a + \lambda/2 \sin 2a),$$

wobei

$$W = \frac{\pi n}{30}$$

Die Geschwindigkeit erlangt ihren max. Wert bei $a = 90^\circ$, dann

$$v_{\max} = \frac{\pi R n}{30}$$

Setzt man entsprechende Werte $R = 0,039 \text{ min} = 500 \text{ U/min}$, so erhält man

$$v_{\max} = 2,04 \text{ m/s}$$

bei 750 U/min

$$v_{\max} = 3,06 \text{ m/s}.$$

Bei Berechnung der mittleren Geschwindigkeit der Khe-

bewegung laut Formel $v_{\text{mittel}} = \frac{S n}{30}$ erhält man für 500 U/min

der Exzenterwelle $v_{\text{mittel}} = 1,3 \text{ m/s}$, d. h. die Geschwindigkeit gleich der Bewegungsgeschwindigkeit des Schleppers für 750 U/min 1,95 m/s. Hieraus ist zu ersehen, daß beide Geschwindigkeiten annähernd gleich auf die Auflockerung des Bodens einwirken. Aus der Formel geht hervor, daß der Geschwindigkeitswert der Khebewegung proportional zur Hubgröße und der Umdrehungszahl der Exzenterwelle ist. Weil jedoch die Vergrößerung der Kurbelumdrehungszahl den Trägheitswiderstandsanstieg in zweiter Potenz und des Hubes nur in erster Potenz bewirkt, ist es vorteilhaft, eine Senkung der Umdrehungszahlen durch entsprechende Hubvergrößerung vorzunehmen, um eine ausreichende Auflockerung des Bodens zu erreichen.

Die Steigerung der Vorwärtsbewegung des Schleppers bei festgesetzten Umdrehungen der Exzenterwelle bewirkt ein Auseinanderziehen der Sinuslinie der Zinkenspur, also eine Senkung der Krümelungsintensität. Die Eigenbewegung der Egge beeinflußt in dem Falle die Auflockerung minimal. Da aber die Schlepper bereits eine feste und verhältnismäßig kleine Arbeitsgeschwindigkeit während des Pflügens haben (im II. Gang etwa 1,4 m/s, im III. etwa 1,7 m/s), kann der Gangwechsel keinen großen Einfluß auf die Arbeit der Egge ausüben.

4. Verengung der Zinkenordnung am beweglichen Balken bewirkt Steigerung der Bodenauflockerung. Jedoch wird eine zu enge Zinkenordnung die Gefahr der Eggenverstopfung verstärken. An dem untersuchten Probeexemplar sind 8 Zinken mit je 100 mm Abstand angeordnet worden. Dies ergibt einschließlich des Hubes eine Arbeitsbreite von 778 mm und genügt bei der Verwendung von Zweischarpflügen C-26 bzw. tschechischen Dreischarpflügen Mars Piccolo. Die während der Arbeit gemachten Beobachtungen haben gezeigt, ob die Zinkenordnung richtig gewählt wurde.

5. Die Art der Zinkenordnung an den beweglichen Balken beeinflußt ebenfalls die Bodenauflockerungsintensität. Eine Egge wirkt intensiver, wenn ihre Zinken in einer Reihe angeordnet sind, weniger intensiv bei zweireihiger Anordnung. Bei einreihiger Zinkenordnung verlaufen die Spurenkurven gegeneinander parallel. Beim zweireihigen Balken, abhängig von der Zinkenordnung, verlaufen die Spuren häufig ungleichmäßig. Die geringste Auflockerung erfolgt dann, wenn das Maximum der Sinuslinie der Spur des ersten Zinkens sich über dem Minimum des zweiten Zinkens befindet.

Bei festgesetzten Umdrehungen der Exzenterwelle ist dies von den Abständen der Zinkenreihen abhängig. Im untersuchten Probeexemplar wurde ein Austauschbalken mit einer und zwei Zinkenreihen, bei gleichen Zinkenabständen, verwendet. Bei beiden Balken sind die Zinken für die geringste Auflockerung bei 750 U/min der Exzenterwelle angeordnet worden.

Bei festgesetztem Reihenabstand und beständiger Vorwärtsbewegung des Schleppers wird durch Umdrehungsveränderung der Exzenterwelle erreicht, daß die extremen Kurvenpunkte der Zinkenspur sich gegeneinander versetzen. Deshalb muß bei

der Konstruktion eines zweireihigen Balkens in Betracht gezogen werden, welche Ergebnisse erzielt werden sollen und danach sind die entsprechenden Reihenabstände für die gegebene Umdrehungszahl der Exzenterwelle zu wählen.

Die Untersuchungen beruhen auf einer augenscheinlichen Feststellung, welche Art der Zinkenabstände in bezug auf das evtl. Verstopfen der Egge, Auflockerung des Bodens, Einebnung der Bodenfläche die vorteilhafteste sei. Für die Bestimmung der zum Antrieb der Egge notwendigen Leistung ist die Menge des vom antreibenden Motors verbrauchten Treibstoffes gemessen worden. Mit Hilfe eines Diagramms der Regelungscharakteristik des Motors, angefertigt auf einer Wasserbremsanlage im Laboratorium des Institutes, ist der Kraftverbrauch für die Eigenbewegung der Egge festgestellt worden.

Der Kraftverbrauch für die Fortbewegung der Egge ist durch Widerstandsmessung der Egge mit einem Dynamometer errechnet worden, ebenso die gleichzeitige Messung der Schlepper-geschwindigkeit.

Die Heranziehung der Pendelegge als Aggregatbestandteil ist ebenfalls in Betracht gezogen worden, und zwar im folgenden:

1. für gleichzeitiges Schälen, Eggen und Zwischenfruchtsaatsaat (Aggregat: Schlepper, Dreischarpflug Mars Piccolo, Pendelegge, Gartensämaschine mit 78 cm Arbeitsbreite),
2. für gleichzeitiges Einpflügen von Stallung, Eggen und Kartoffellegen (Aggregat: Schlepper, Zweischarpflug C-26 und einreihige Kartoffellegemaschine für Pferdegespann).

Schlußfolgerungen

Die durchgeführten Versuche lassen auf folgendes schließen:

1. Die Pendelegge ist sehr nützlich bei der Bearbeitung fester Böden, die einen großen Arbeitsaufwand bei der Vorbereitung für die Saat erfordern.

2. Um die entsprechende Auflockerung des Bodens zu gewährleisten, muß der den beweglichen Balken antreibenden Exzenter 400 bis 500 U/min haben.

3. Die Regulierung der Auflockerungsintensität entsprechend der Bodenfestigkeit müßte mit Hilfe des regulierbaren Hubes der Exzenterwelle im Bereich 60 bis 100 mm erfolgen.

4. Das Eggen mit Geräten mit einer Zinkenreihe ist für die Einebnung der Bodenfläche arbeitsintensiver als mit solchen in zwei Zinkenreihen.

5. Zielgerechter ist eine Pendeleggenkonstruktion, die hinter dem Schlepper angehängt und über die Zapfwelle angetrieben wird. Sie wird auf bereits umgepflügtem Boden angewendet. Der Schlepper Zetor zieht und treibt eine Egge von 3,3 bis 3,5 m an. Die Verwendung eines beweglichen Gerätes vergrößert die Leistungsausnutzung des Schleppermotors, da das Gerät 73% der Motorleistung und nur 27% als Anhängung entnimmt.

AU 1152

Die Gesetze der Mechanik blieben unbeachtet!

Von Prof. Dr.-Ing. H. HEYDE, Humboldt-Universität, Berlin¹⁾

DK 531.78

Der Aufsatz von Dr. A. Bail und Dipl.-agr. G. Ehrenpfordt, der sonst als Musterbeispiel einer Arbeitsstudie gelten kann, enthält bei der Berechnung des Druckes, den die Wanne auf den Bauch ausübt, einen Fehler, der in einer *technischen Zeitschrift* nicht unberichtigt bleiben darf. Das Prinzip des Kräfteparallelogramms, das die Autoren noch dazu falsch anwenden, führt nur zum Ziel, wenn alle Kräfte durch ein und denselben Punkt hindurchgehen, nicht aber, wenn die Kräfte wie bei der Wanne an verschiedenen Punkten eines Gerätes oder Maschinenteils angreifen (Bild 2). Da die Mechanik, aus deren Gebiet das vorliegende Problem stammt, das Rückgrat der Ingenieurwissenschaften darstellt, hätten die Autoren sich an einen Ingenieur, also an ein Landmaschinen-Institut wenden sollen, wie ja überhaupt bei der überaus raschen Ausweitung der einzelnen Gebiete der Wissenschaft eine Zusammenarbeit in einem Forscherkollektiv immer notwendig werden wird.

Nun die richtige Lösung der Kräftebestimmung, die sich an die Ingenieure unter den Lesern wendet und zur Vertiefung ihrer Mechanik-Kenntnisse dienen möge:

Man mache den zu betrachtenden Gegenstand, also hier die Legewanne, frei²⁾, d. h. man zeichne an der von ihrer Umgebung

losgelöst gedachten Wanne die von der Umgebung auf die Wanne ausgeübten Kräfte hin. Auf die Wanne wirken folgende Kräfte:

das Gewicht³⁾ G der Wanne mit Inhalt, das durch den gemeinsamen Schwerpunkt S von Wanne und Kartoffeln hindurchgeht. Die Lage des Schwerpunktes, d. h. seine Abstände x_0 und y_0 von beliebig gewählten Bezugsebenen, findet man, wenn man die gefüllte Wanne einmal in normaler und einmal in schräger Lage an drei parallelen Seilen aufhängt und in einem der Seile durch eine geeignete Federwaage die Zugkraft A_1 bzw. A_2 mißt (Bild 1);

die Zugkraft A , die von der Vorderkette auf den in der Mitte der Wanne sitzenden Ring ausgeübt wird und deren Richtung durch die Neigung der Kette gegeben ist;

eine Kraft B , die als Resultierende aus den an beiden Tragstangen angreifenden Kräften im Schnitt der Symmetrieebene mit derjenigen Ebene liegt, die durch die geraden Enden der beiden hinteren Gurte gelegt ist;

viertens die Kraft C , mit welcher der Bauch gegen die Wanne drückt. Vernachlässigen wir die Reibung zwischen Bauch und Wanne (die Reibung des Tragegurtes auf den Schultern, von der die Autoren auf S. 327 sprechen, ist ohne Einfluß auf die Kräfte an der

Wanne!), so steht die Druckkraft C rechtwinklig auf der dem Bauch anliegenden Wand der Wanne, in deren Symmetrieebene liegend. Nimmt man in erster Näherung an, daß sich der Druck p gleichmäßig über die gedrückte

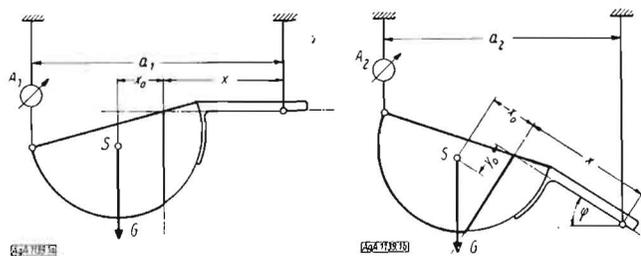
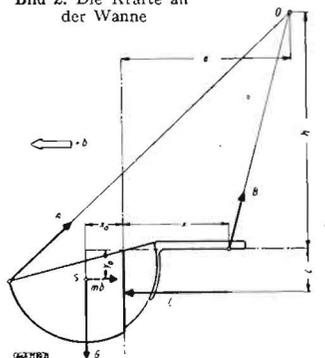


Bild 1. Versuch zur Bestimmung der Schwerpunktskoordinaten x_0 , y_0

aus Bild 1a
$$x_0 = \frac{A_1 a_1}{G} - x$$

aus Bild 1b
$$y_0 = \frac{A_2 a_2}{G \sin \varphi} - (x_0 + x) \operatorname{ctg} \varphi$$

Bild 2. Die Kräfte an der Wanne



¹⁾ Heyde, H.: Mechanik für Ingenieure. Bd. I, 2. Aufl. Leipzig 1952, S. 11.

²⁾ Im Gegensatz zum Vorgehen der beiden Autoren sollen nach DIN 1304 alle Kräfte mit großen Buchstaben und der Druck mit dem Formelzeichen p dargestellt werden.